

© КАЛЛАУР Е.Г., 2011

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ И ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ, РАНЕЕ ЧАСТО БОЛЕВШИХ ОСТРЫМИ РЕСПИРАТОРНЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ

КАЛЛАУР Е.Г.

УО «Полесский государственный университет»,  
научно-исследовательская лаборатория лонгитудинальных исследований

**Резюме.** Изложены результаты исследований по определению функционального состояния сердечно-сосудистой системы детей и юных спортсменов, гребцов на байдарках и каноэ, ранее часто болевших острыми респираторными инфекциями. Частые острые респираторные инфекции и связанные с ними патологические изменения в системе кровообращения воздействуют на активность функции сердца. Тип гемодинамического реагирования на дозированную физическую нагрузку преимущественно имел гиперкинетический характер как у детей, так и у подростков, ранее часто болевших острыми респираторными инфекциями, что можно расценить как синдром напряжения сердечно-сосудистой системы.

**Ключевые слова:** юные спортсмены, система кровообращения, частота сердечных сокращений, систолическое артериальное давление, диастолическое артериальное давление, пульсовое артериальное давление, минутный объем кровообращения, сердечный индекс.

**Abstract.** The results of researches aimed at the determination of the cardiovascular system functional status of children and young sportsmen, kayaks and canoe oarsmen, having often been ill with acute respiratory infections earlier are presented. Frequent acute respiratory infections and connected with them pathological changes in the circulatory system influence the activity of heart functioning. The type of hemodynamic reaction to the dosed out physical activity was mainly of hyperkinetic character, both in children and in teen-agers, having often been ill with acute respiratory infections earlier, that may be regarded as effort syndrome of the cardiovascular system.

**А**даптация к физической нагрузке осуществляется согласованной деятельностью многих органов и систем, в том числе системы органов дыхания, кровообращения, иммунной системы, системы нейроэндокринной регуляции [1, 3, 7]. Способность

**Адрес для корреспонденции:** 225710, г. Пинск, ул. Днепровской флотилии, 23. Полесский государственный университет, НИЛ лонгитудинальных исследований, тел/факс: 8 (0165) 37-93-78 – Каллаур Е.Г.

адаптироваться к воздействию фактору без нарушения гомеостаза основных систем организма и срыва адаптационных механизмов может проявиться только при достаточно высоких адаптационных возможностях организма, при большом запасе функциональных резервов. Как показано многими исследованиями, физиологическая адаптация, как правило, протекает по антигипоксическому механизму [3-6, 10, 11]. К настоящему времени

накоплено достаточно сведений о комплексах антигипоксических реакций. Описаны и гомеостатические функциональные системы обеспечения потребностей организма в кислороде, а также общая функциональная система гомеостаза [4-6, 11]. Ведущими системами кислородного обеспечения являются сердечно-сосудистая и дыхательная система, а конечный антигипоксический эффект достигается, главным образом, за счет интенсификации их деятельности. Основными эффекторами сердечно-сосудистой и дыхательной систем являются, безусловно, следующие показатели: увеличение частоты дыхания, ударного объема сердца, частоты сердечных сокращений (ЧСС), минутного объема кровообращения (МО), артериального давления (АД), показателя сердечного индекса (СИ) [7]. Основным принцип антигипоксического механизма деятельности систем гемодинамики и органов дыхания - интенсификация деятельности эффекторов [3, 6, 7].

Целью данной работы было определение критериев ранней диагностики признаков дисфункции сердечно-сосудистой системы в покое и при нагрузке у детей и подростков, ранее часто болевших острыми респираторными инфекциями (ОРИ).

### Методы

Проведено клиническое гематологическое биохимическое и молекулярно-генетическое обследование 411 детей и подростков, ранее часто болевших ОРИ, в возрасте от 6 до 18 лет (217 мальчиков и 194 девочки), которые были разделены на две клинические группы: I группа – 199 детей (107 мальчиков и 92 девочки), не занимавшихся спортом (средний возраст  $6,4 \pm 0,72$ ), II группа – 212 подростков (110 мальчиков и 102 девочки), юных спортсменов, гребцов на байдарках и каноэ (средний возраст  $15,7 \pm 0,32$ ). В обеих клинических группах были выделены группы детей и подростков, имевших признаки дисфункции сердечно-сосудистой системы: IA группа - 47 детей (35 мальчиков и 12 девочек), IIA группа – 147 подростков (81 мальчик и 66 девочек). Контрольная группа – 286 практически здоровых детей и подрост-

ков (182 мальчика и 104 девочки) в возрасте от 6 до 18 лет (средний возраст  $11,6 \pm 0,26$ ). Группы сопоставимы по возрасту и полу ( $P < 0,05$ ). До исследования было проведено предварительное обследование детей и подростков в Пинской детской поликлинике, включающее измерение артериального давления, ЭКГ-диагностику в 12 стандартных отведениях в покое и после нагрузки, эхокардиографию, общие исследования крови и мочи. Диагностику состояния сердечно-сосудистой системы у спортсменов осуществляли в соответствии с рекомендациями Американской ассоциации кардиологов (США, 2007 г.). У всех обследованных пациентов изучали генеалогический анамнез, биологический анамнез, социальный анамнез, результаты проведенных клинических, лабораторных и функционально - диагностических исследований. Учитывались результаты опроса спортсменов, родителей детей и подростков и заполнение ими «Анкеты спортсмена», данные амбулаторных историй развития ребенка (форма 112/у), данные врачебных контрольных карт физкультурника и спортсмена (формы 061/у, 062/у). Функциональное состояние организма детей и подростков оценивали в покое и при дозированной физической нагрузке. Показатели физической работоспособности подростков устанавливали при проведении модифицированного велоэргометрического теста PWC170 (велоэргометр Tunturi E-433). Показатели физической работоспособности детей оценивали с использованием стандартных проб с дозированной мышечной нагрузкой (проба Мартинэ - Кушелевского). Гемодинамическую оценку системы кровообращения изучали по величине МО, л/мин:  $МО = УО \times ЧСС$ . МО характеризует как инотропную, так и хронотропную функцию сердца. Исследование ударного объема (УО) сердца непрямым способом производили по формуле Старра:  $УО = 101 + 0,5 ПАД - 0,6 ДАД - 0,6 В$ , где В – возраст (в годах). Сердечный индекс (СИ, л/мин/м<sup>2</sup>) – один из наиболее информативных параметров, характеризующих функциональное состояние левого желудочка сердца, рассчитывали по формуле:  $СИ = УИ \times СИ$ , где УИ (мл/м<sup>2</sup>) – ударный индекс, рассчитываемый по формуле:  $УИ = УО / ППТ$ , где ППТ (м<sup>2</sup>) – площадь абсолютной по-

верхности тела, которую определяли по формуле Дюбуа:  $ППТ = 0,007184 \times МТ^{0,423} \times ДТ^{0,725}$ , где МТ – масса тела (кг), ДТ – длина тела (см). По величине показателя СИ судили о типе гемодинамики у детей и подростков. Распределение спортсменов на группы проводили в зависимости от диапазона колебаний СИ и типа гемодинамики (ТГД); дети с гипокинетическим (ГП) типом гемодинамики (СИ у девочек 1,36-2,55 л/мин/м<sup>2</sup>, СИ у мальчиков 1,39-2,55 л/мин/м<sup>2</sup>); дети с эукинетическим (Э) типом гемодинамики (СИ у девочек 2,65-3,5 л/мин/м<sup>2</sup>, СИ у мальчиков 3,0-3,9 л/мин/м<sup>2</sup>); дети с гиперкинетическим (ГР) типом гемодинамики (СИ у девочек >3,51 л/мин/м<sup>2</sup>, СИ у мальчиков >3,91 л/мин/м<sup>2</sup>) [2,8]. Для оценки уровня функционирования системы кровообращения был использован адаптационный потенциал (АП, балл) по Р.М. Баевскому:  $АП = 0,011ЧСС + 0,014В + 0,009МТ - 0,009ДТ - 0,27$  [2, 8]. Адаптационный потенциал служит для оценки уровня функционирования системы кровообращения:  $АП = 0,011ЧСС + 0,014В + 0,009МТ - 0,009ДТ - 0,27$ .

Статистический анализ полученных данных выполнен при помощи пакета прикладных программ STATISTICA\* (версия 6.0, Stat Soft, Inc., USA). Достоверность различий между количественными переменными определялась при нормальном распределении величин - t-критерием Стьюдента, а в случае негауссовых распределений признаков – с применением непараметрических методов при помощи U-критерия Манна-Уитни. При статистической обработке качественных признаков рассчитывали критерий  $\chi^2$  с поправкой Йетса на непрерывность либо двусторонний вариант точного критерия Фишера. Для оценки взаимного влияния и связи между количественными и/или порядковыми признаками использовали корреляционный анализ и вычисляли коэффициент ранговой корреляции Спирмена ( $r_s$ ) и его уровень значимости (P).

### Результаты и обсуждение

При анализе предъявляемых при осмотре жалоб у детей группы IA (74,5%) достоверно более частыми, по отношению к контро-

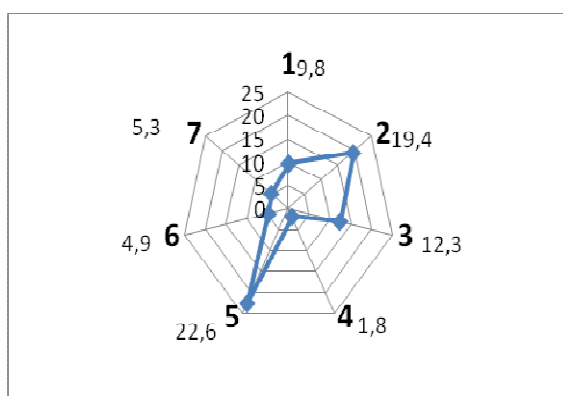
лю, были жалобы кардиального характера ( $\chi^2=9,12$ ,  $P<0,05$ ); на повышенную утомляемость – в 46,8% случаев, в группе контроля (18,9%) ( $\chi^2=5,19$ ,  $P<0,05$ ) и группе IB (25,6%) ( $\chi^2=7,36$ ,  $P<0,05$ ); снижение толерантности к физическим нагрузкам – в 29,8% случаев, контроль (6,1%) ( $\chi^2=8,37$ ,  $P<0,05$ ) и группе IB (12,7%) ( $\chi^2=5,24$ ,  $P<0,05$ ); головокружение – в 12,8% случаев, контроль (3,8%) ( $\chi^2=3,42$ ,  $P<0,05$ ) и группе IB (5,3%) ( $\chi^2=4,32$ ,  $P<0,05$ ). В 25,5% случаев жалобы у детей группы IA отсутствовали, контроль (56,1%) ( $\chi^2=3,14$ ,  $P<0,05$ ) и группе IB (12,5%) ( $\chi^2=2,49$ ,  $P<0,05$ ). В 87,8% случаев при осмотре юные спортсмены ПА группы предъявляли различные жалобы, относящиеся к функционированию сердечно-сосудистой системы, не предъявляли жалоб при осмотре 12,2% юных спортсменов ПА группы, а также все дети и подростки контрольной группы.

В результате исследований, в зависимости от диапазона колебаний величин сердечного индекса (СИ) и типа гемодинамики (ТГД), в ответ на физическую нагрузку, детей I группы условно разделили на три группы: первая – 67 детей (33,7%), с гипокинетическим типом гемодинамики (ГП), в том числе 31 мальчик (29,0%), 36 девочек (39,1%); вторая – 62 ребенка (31,1%), с эукинетическим типом гемодинамики (Э), в том числе 34 мальчика (31,8%), 28 девочек (30,4%); третья – 70 детей (35,2%), с гиперкинетическим типом гемодинамики (ГР), в том числе 42 мальчика (39,2%), 28 девочек (30,5%). Все дети IA группы, имевшие признаки дисфункции сердечно-сосудистой системы, относились к гиперкинетическому типу гемодинамики (100,0%). Дети IB группы, в зависимости от типа гемодинамики, распределились следующим образом: гипокинетический тип - 67 детей (33,7%), в том числе 31 мальчик (29,0%), 36 девочек (39,1%); эукинетический тип - 62 ребенка (31,1%), в том числе 34 мальчика (31,8%), 28 девочек (30,4%); гиперкинетический тип – 23 ребенка (8,4%), в том числе, 7 мальчиков (3,1%), 16 девочек (32,6%). Большинство детей контрольной группы имели параметры исходного эукинетического типа гемодинамики (72,3%);

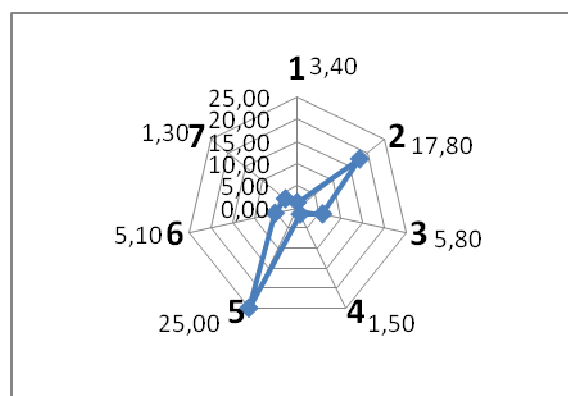
дети контроля, с гиперкинетическим типом гемодинамики, составили 13,2%, с гипокINETическим типом гемодинамики – 14,5%. Все случаи статистически достоверны ( $P < 0,05$ ).

Сравнительный анализ показал, что наиболее высокие значения показателя СИ в покое наблюдались у детей IA группы - в среднем  $4,1 \pm 0,3$  л/мин/м<sup>2</sup> (контроль -  $3,9 \pm 0,5$  л/мин/м<sup>2</sup>, процент отклонений – 4,9%), но разница статистически не достоверна ( $P > 0,05$ ). Значение показателя СИ в покое у детей IB группы в среднем составлял  $3,7 \pm 0,3$  л/мин/м<sup>2</sup> (контроль -  $3,9 \pm 0,5$  л/мин/м<sup>2</sup>, процент отклонений – 5,1%) ( $P > 0,05$ ) (рисунок 1). В группе детей IA показатели ЧСС в покое были статистически достоверно ниже таковых в группе контроля ( $P < 0,05$ ) - в среднем  $74,2 \pm 0,5$  уд/мин (контроль –  $82,3 \pm 0,5$  уд/мин, процент отклонений – 9,8%) ( $P < 0,05$ ). У детей IB группы показатели ЧСС в среднем были выше ( $83,4 \pm 0,5$  уд/мин), чем у детей контроля ( $82,3 \pm 0,5$  уд/мин), процент отклонений – 1,3%; ( $P > 0,05$ ) (рис. 1). Показатель САД в покое в I группе детей был ниже, по отношению к контролю, с достоверной разницей ( $P < 0,05$ ). САД в группе детей IA ( $114,4 \pm 0,5$  мм рт. ст.) статистически достоверно был выше средних показателей у контроля

( $103,1 \pm 0,5$  мм рт. ст., процент отклонений – 19,4%) ( $P < 0,05$ ). Показатель САД в группе детей IB ( $96,3 \pm 0,5$  мм рт. ст.) статистически достоверно был ниже значений САД у контроля (контроль –  $103,1 \pm 0,5$  мм рт. ст., процент отклонений – 17,8%) ( $P < 0,05$ ) (рис. 1). Статистически достоверно снижение ДАД, по отношению к контролю, в группе детей IA ( $59,1 \pm 0,5$  мм рт. ст.) (контроль –  $67,4 \pm 0,5$  мм рт. ст., процент отклонений – 12,3%) ( $P < 0,05$ ). Показатель ДАД в группе детей IB ( $63,5 \pm 0,5$  мм рт. ст.) был относительно ниже, по отношению к контролю ( $67,4 \pm 0,5$  мм рт. ст., процент отклонений – 5,8%), но разница статистически не достоверна ( $P > 0,05$ ) (рис. 1). Показатель ПАД в покое в среднем не имел внутригрупповых различий и соответствовал значениям ПАД контроля в обеих группах (рис. 1). Показатель минутного объема кровообращения (МО) в покое у детей группы IA ( $6,2 \pm 0,3$  л/мин) был статистически достоверно выше значений МО контроля ( $4,8 \pm 0,3$  л/мин, процент отклонений – 22,6%) ( $P < 0,05$ ). Значение показателя МО у детей IB группы ( $3,6 \pm 0,3$  л/мин) было статистически достоверно ниже значений показателя МО у детей контроля ( $4,8 \pm 0,3$  л/мин), процент отклонений – 25,0% ( $P < 0,05$ ) (рис. 1).



а



б

Рис. 1. Процентные отклонения основных функциональных показателей сердечно-сосудистой системы, отличных от контроля у детей, в зависимости от наличия признаков дисфункции сердечно-сосудистой системы: а) дети IA группы (n=47); б) дети IB группы (n=152).

1 - ЧСС, уд/мин; 2 - САД, мм рт. ст.; 3 - ДАД, мм рт. ст.; 4 - ПАД, мм рт. ст.; 5 - МО, л/мин; 6 - СИ, л/мин/м<sup>2</sup>; 7 - ЖЕЛ, мл.

Снижение ЧСС в покое у детей с признаками дисфункции сердечно-сосудистой системы, при наличии изменений стандартной ЭКГ, непостоянных кардиальных жалоб, можно расценить как синдром напряжения сердечно-сосудистой системы. Высокие значения показателей МО, СИ, САД, снижение показателя ДАД в группе детей IА, свидетельствуют о напряжении сократительной функции миокарда. Показатели центральной гемодинамики у детей, в зависимости от типа гемодинамики, приведены в таблице 1. САД у семилетних мальчиков группы ГР равнялось в среднем  $112,2 \pm 3,4$  мм рт. ст., а ДАД –  $73,6 \pm 1,4$  мм рт. ст., что статистически достоверно превышало аналогичные показатели у мальчиков группы ГП ( $93,6 \pm 2,1$  мм рт. ст. и  $61,7 \pm 2,1$  мм рт.ст. соответственно) ( $P < 0,05$ ). Показатели САД у девочек группы ГР ( $111,8 \pm 2,1$  мм рт. ст.) также статистически достоверно превышали величины САД у дево-

чек, имеющих гипокинетический тип гемодинамики ( $92,4 \pm 2,1$  мм рт. ст.) ( $P < 0,05$ ) (табл. 1). Исходя из этих данных, есть основание полагать, что высокие показатели САД у детей группы ГР могут быть обусловлены снижением пульсового артериального давления (ПАД), по нашим данным, умеренно связанного с величинами ударного объема крови (УО) ( $r_s = +0,31$ ), так как САД является одним из составляющих показателя УО. ЧСС у большинства обследованных мальчиков группы ГР равнялось в среднем –  $94,3 \pm 1,8$  уд/мин (в группе ГП –  $84,2 \pm 1,1$  уд/мин) ( $P < 0,05$ ); показатель ЧСС у девочек группы ГР ( $94,3 \pm 1,2$  уд/мин) также выше показателя ЧСС у девочек группы ГП ( $88,3 \pm 1,0$  уд/мин), с достоверной разницей ( $P < 0,05$ ) (табл. 1).

Изменения ЧСС являются одним из наиболее ранних индикаторов функционального состояния гемодинамики. Частые ОРИ и связанные с ними патологические изменения в

Таблица 1

**Показатели особенностей кардиогемодинамического реагирования на дозированную физическую нагрузку детей I группы**

Показатели	Группы ТГД					
	ГП		Э		ГР	
	Девочки (n=36)	Мальчики (n=31)	Девочки (n=28)	Мальчики (n=34)	Девочки (n=28)	Мальчики (n=42)
Частота сердечных сокращений, уд/мин $M \pm m$	$88,3 \pm 1,0^*$	$84,2 \pm 1,1^*$	$90,2 \pm 1,4^*$	$89,4 \pm 1,1^*$	$94,3 \pm 1,2^*$	$94,3 \pm 1,2^*$
Ударный объем крови, мл $M \pm m$	$27,9 \pm 0,5^*$	$29,1 \pm 0,5^*$	$26,4 \pm 0,6$	$26,7 \pm 0,6^*$	$26,2 \pm 0,5^*$	$27,3 \pm 0,4^*$
Минутный объем кровообращения, л/мин $M \pm m$	$2,9 \pm 0,1^*$	$3,4 \pm 0,1^*$	$2,7 \pm 0,1^*$	$3,1 \pm 0,1^*$	$2,4 \pm 0,1^*$	$2,8 \pm 0,1^*$
Ударный индекс, мл/м <sup>2</sup> $M \pm m$	$27,9 \pm 0,5$	$28,3 \pm 0,6^*$	$28,1 \pm 0,7^*$	$28,9 \pm 0,6^*$	$29,2 \pm 0,7^*$	$29,7 \pm 0,7^*$
Сердечный индекс, л/мин/м <sup>2</sup> $M \pm m$	$1,9 \pm 0,1^*$	$2,3 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,1^*$	$2,2 \pm 0,3^*$	$3,0 \pm 0,1^*$	$3,1 \pm 0,1^*$
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст. $M \pm m$	$92,4 \pm 2,1$	$93,6 \pm 2,1^*$	$93,4 \pm 2,1^*$	$95,9 \pm 2,1^*$	$111,8 \pm 2,1^*$	$112,2 \pm 2,4^*$
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст. $M \pm m$	$60,8 \pm 0,7^*$	$61,7 \pm 0,5^*$	$62,7 \pm 1,1^*$	$63,8 \pm 1,5^*$	$72,6 \pm 1,3^*$	$73,6 \pm 1,4^*$
Адаптационный потенциал, балл $M \pm m$	$2,2 \pm 0,1^*$	$2,3 \pm 0,1^*$	$2,4 \pm 0,1^*$	$2,4 \pm 0,1^*$	$2,5 \pm 0,1^*$	$2,9 \pm 0,1^*$

Примечание: \* –  $P < 0,05$ .

системе кровообращения воздействуют на активность основной функции сердца – сократительной. По показателям сократительной функции сердца, различия между группами статистически достоверно значимы. Так, УО у мальчиков группы ГР составил  $27,3 \pm 0,4$  мл, что на 6,1% меньше ( $P < 0,05$ ), чем у мальчиков группы ГП ( $29,1 \pm 0,5$  мл); показатель УО у девочек группы ГР ниже показателя УО у девочек, имеющих гипокинетический тип гемодинамики ( $26,2 \pm 0,5$  мл и  $27,9 \pm 0,5$  мл соответственно) ( $P < 0,05$ ) (табл. 1). Средние показатели МО у мальчиков группы ГП ( $3,4 \pm 0,1$  л/мин) выше, чем у мальчиков группы ГР ( $2,8 \pm 0,1$  л/мин), в той же мере, как и величина УО (на 8,2%) ( $P < 0,05$ ); в группе девочек разница также статистически достоверна ( $2,9 \pm 0,1$  л/мин в группе ГП,  $2,4 \pm 0,1$  л/мин в группе ГР) ( $P > 0,05$ ) (табл. 1). Величина УИ у мальчиков группы ГР ( $29,7 \pm 0,7$  мл/м<sup>2</sup>) достоверно превышает аналогичные показатели мальчиков группы ГП ( $28,3 \pm 0,6$  мл/м<sup>2</sup>) ( $P > 0,05$ ); УИ у девочек группы ГП ( $27,9 \pm 0,5$ ) был меньше показателя УИ девочек группы ГР, но разница статистически не достоверна ( $29,7 \pm 0,7$  мл/м<sup>2</sup>) ( $P > 0,05$ ) (табл. 1). Величина СИ ( $3,1 \pm 0,1$  л/мин/м<sup>2</sup> и  $2,3 \pm 0,1$  л/мин/м<sup>2</sup> соответственно) также имела достоверное различие у мальчиков групп ГР и ГП, у мальчиков группы ГР превышая на 6,7% значения СИ у мальчиков ГП ( $P < 0,05$ ). У девочек группы ГР показатель СИ был достоверно выше показателя СИ девочек группы ГП ( $3,0 \pm 0,1$  л/мин/м<sup>2</sup> и  $1,9 \pm 0,1$  л/мин/м<sup>2</sup> соответственно) ( $P < 0,05$ ) (табл. 1). Адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы у мальчиков в группе ГР свидетельствовал о напряжении механизмов регуляции сердца и сосудов ( $2,9 \pm 0,1$  балл) (табл. 1). Низкие показатели сердечного выброса у мальчиков группы ГР обусловлены соответствующим изменением величин, характеризующих сократительную функцию сердца, на фоне изменений ЧСС. Очевидно, частые ОРИ замедлили процесс естественного возрастного развития сердечно-сосудистой системы детей, часто болевших ОРИ, в том числе инотропной и хронотропной составляющей деятельности сердца.

Спортсмены ПА группы, с признаками дисфункции сердечно-сосудистой системы

( $n=147$ ) чаще принадлежали к гиперкинетическому типу гемодинамики - 75 подростков (51,0%), в том числе, 50 мальчиков (61,7%), 25 девочек (37,9%); гипокинетическому - 57 подростков (45,6%), в том числе, 23 мальчика (28,4%), 34 девочки (51,5%); эукинетическому - 15 подростков (3,4%), в том числе, 1 мальчик (9,9%), 14 девочек (10,6%). Спортсмены ПВ группы, без признаков дисфункции сердечно-сосудистой системы ( $n=65$ ), в основном, принадлежали к эукинетическому типу гемодинамики - 50 подростков (76,9%), в том числе, 26 мальчиков (72,2%), 24 девочки (82,8%); гипокинетическому - 15 подростков (23,1%) типу гемодинамики, в том числе, 10 мальчиков (27,8%), 5 девочки (17,2%). В группе спортсменов ПА показатель СИ ( $5,1 \pm 0,1$  л/мин/м<sup>2</sup>) был статистически достоверно выше показателя СИ спортсменов группы ПВ ( $3,6 \pm 0,1$  л/мин/м<sup>2</sup>), процент отклонений – 29,4%, ( $P < 0,05$ ). В группе спортсменов ПА показатель ЧСС в покое ( $79,5 \pm 0,4$  уд/мин) статистически достоверно был выше показателя ЧСС в покое ( $62,1 \pm 0,4$  уд/мин) у спортсменов группы ПВ, процент отклонений – 21,9%, ( $P < 0,05$ ). Показатели САД и ДАД в покое также характеризовались возрастной изменчивостью и групповыми различиями. В группе ПА показатель САД в покое ( $119,8 \pm 0,5$  уд/мин) был статистически достоверно выше показателя САД в покое ( $106,1 \pm 0,5$  уд/мин) у спортсменов группы ПВ, процент отклонений – 11,4% ( $P < 0,05$ ). Показатели ДАД у спортсменов, по отношению к контролю, также различались. В группе спортсменов ПА показатель ДАД в покое ( $61,8 \pm 0,5$  уд/мин) был ниже показателя ДАД в покое ( $66,3 \pm 0,5$  уд/мин) у спортсменов группы ПВ, процент отклонений – 2,3%, но разница статистически не достоверна ( $P > 0,05$ ). В группах спортсменов, в зависимости от наличия признаков дисфункции сердечно-сосудистой системы, показатель ПАД в покое статистически достоверно не различался ( $P > 0,05$ ); в группе ПА показатель ПАД в среднем был равен  $49,6 \pm 0,5$  уд/мин, у спортсменов группы ПВ -  $47,3 \pm 0,5$  уд/мин, процент отклонений – 4,6%. В группе спортсменов ПА показатель МО в покое был выше ( $8,0 \pm 0,3$  л/мин), чем у спортсменов группы ПВ ( $7,9 \pm 0,3$  л/мин),

процент отклонений – 9,8%, но разница статистически не достоверна ( $P>0,05$ ). Гиперкинетический тип гемодинамики чаще сопровождался увеличением потребности миокарда в кислороде, что предъявляет высокие требования к механизмам, ответственным за энергообеспечение сердечной деятельности и за выполнение сердцем внешней работы.

В группе спортсменов ПА показатель СИ ( $5,1\pm0,1$  л/мин/м<sup>2</sup>) был статистически достоверно выше показателя СИ спортсменов группы ПВ ( $3,6\pm0,1$  л/мин/м<sup>2</sup>), процент отклонений – 29,4%, ( $P<0,05$ ). В группе спортсменов ПА показатель ЧСС в покое ( $79,5\pm0,4$  уд/мин) статистически достоверно был выше показателя ЧСС в покое ( $62,1\pm0,4$  уд/мин) у спортсменов группы ПВ, процент отклонений – 21,9%, ( $P<0,05$ ). Показатели САД и ДАД в покое также характеризовались возрастной изменчивостью и групповыми различиями. В группе ПА показатель САД в покое ( $119,8\pm0,5$  уд/мин) был статистически достоверно выше показателя САД в покое ( $106,1\pm0,5$  уд/мин) у спортсменов группы ПВ, процент отклонений – 11,4%, ( $P<0,05$ ). Показатели ДАД у спортсменов, по отношению к контролю, также различались. В группе спортсменов ПА показатель ДАД в покое ( $61,8\pm0,5$  уд/мин) был ниже показателя ДАД в покое ( $66,3\pm0,5$  уд/мин) у спортсменов группы ПВ, процент отклонений – 2,3%, но разница статистически не достоверна ( $P>0,05$ ). В группах спортсменов, в зависимости от наличия признаков дисфункции сердечно-сосудистой системы, показатель ПАД в покое статистически достоверно не различался ( $P>0,05$ ); в группе ПА показатель ПАД в среднем был равен  $49,6\pm0,5$  уд/мин, у спортсменов группы ПВ –  $47,3\pm0,5$  уд/мин, процент отклонений – 4,6%. В группе спортсменов ПА показатель МО в покое был выше ( $8,0\pm0,3$  л/мин), чем у спортсменов группы ПВ ( $7,9\pm0,3$  л/мин), процент отклонений – 9,8%, но разница статистически не достоверна ( $P>0,05$ ).

Данные исследований показали, что у мальчиков и девочек всех групп все показатели, по отношению к состоянию покоя, при дозированной физической нагрузке, значительно разнятся, в зависимости от типа гемоди-

намики. У спортсменов с гиперкинетическим типом гемодинамики, в отличие от гипокинетического, статистически достоверно высокими были показатели МО: у девочек группы ГР – превышение МО на 74,3%, по отношению к девочкам группы ГП; у мальчиков группы ГР – превышение МО на 62,5%, по отношению к мальчикам группы ГП; превышение показателя СИ в группе мальчиков ГР, по отношению к мальчикам ГП, было зарегистрировано на 78,4%; превышение показателя СИ в группе девочек ГР, по отношению к девочкам ГП, зарегистрировано на 64,3% ( $P<0,05$ ) (табл. 2). Полученные данные показывают, что, в покое, как для мальчиков, так и для девочек с эукинетическим и гиперкинетическим типом гемодинамики, в отличие от детей с гипокинетическим типом гемодинамики, характерна высокая внешняя работа сердца, особенно у детей с гиперкинетическим типом гемодинамики, что можно объяснить преобладанием у них величин САД ( $P<0,05$ ). Учащение ЧСС во время нагрузки больше было характерно для девочек. Частота сердечных сокращений у девочек групп ГП, Э и ГР повышалась с первой минуты исследования и достигала максимума к концу пятой минуты нагрузки; у девочек группы ГП – с  $76,2\pm2,5$  уд/мин в покое до  $168,6\pm4,0$  уд/мин к концу нагрузки; у девочек группы Э – с  $77,8\pm3,5$  уд/мин до  $165,7\pm5,4$  уд/мин к концу нагрузки; у девочек группы ГР – с  $82,3\pm1,9$  уд/мин до  $167,9\pm4,4$  уд/мин к концу нагрузки. У мальчиков, группы ГП, показатель ЧСС во всех группах был ниже, чем у девочек к концу нагрузки ( $P<0,05$ ) (табл. 2). Таким образом, при выполнении дозированной нагрузки, адаптация сердечно-сосудистой системы у девочек происходила, в основном, за счет повышения ЧСС. Повышение САД было типично при выполнении дозированной мышечной работы для мальчиков, по сравнению с девочками ( $P<0,05$ ) (табл. 2). Таким образом, при выполнении дозированной нагрузки, адаптация сердечно-сосудистой системы у мальчиков происходила, в основном, не за счет учащения ЧСС, а за счет повышения УО. Физическая нагрузка уже с первой минуты (табл. 2) вызывала значительное повышение САД у мальчиков и девочек с раз-

Таблица 2

**Показатели кардиогемодинамического реагирования на дозированную физическую нагрузку спортсменов 16-18 лет**

Показатель	ТГД	Покой	Нагрузка			Восстановление	
			1 мин	3 мин	5 мин	5 мин	10 мин
ЧСС, уд/мин M±m	ГП (м)	73, 1±1,5	116,9±2,3*	145,1±3,0*	148,6±3,5*	111,2±4,5*	91,2±3,6*
	ГП (д)	76,2±2,5	122,8±3,1*	157,4±3,1*	168,6±4,0*	104,9±3,5*	86,5±2,6*
	Э (м)	75,4±2,5	121,1±2,6*	148,6±3,2*	154,1±4,2*	117,2±3,8*	92,6±3,0*
	Э (д)	77,8±3,5	131,4±3,9*	146,8	165,7±5,4*	102,8±4,7*	84,3±4,0*
	ГР (м)	82,7±1,9	125,4±3,4*	136,3±4,1*	148,1±4,5*	116,2±3,7*	94,6±3,0*
	ГР (д)	82,3±1,9	143,2±2,8*	153,4±3,7*	167,9±4,4*	102,9±3,1*	85,1±2,3*
САД, мм рт. ст. M±m	ГП (м)	117,5±2,8	165,3±3,3*	169,8±3,9*	172,3±4,9*	136,8±3,8*	116,8±2,5*
	ГП (д)	111,3±3,6	144,7±4,1 *	152,6±4,1*	151,9±4,8*	128,3±4,1*	121,1±3,0*
	Э (м)	118,7±2,4	158,1±3,4*	170,2±2,5*	171,8±4,5*	136,3±3,7*	121,2±3,2*
	Э (д)	114,2±2,1	139,5±4,1*	151,7±4,5*	159,4±5,1*	124,2±3,6*	114,6±2,7*
	ГР (м)	127,8±1,5	159,6±3,1*	186,2±3,1*	189,3±5,2*	138,7±4,1*	125,2±3,1*
	ГР (д)	116,4±2,7	138,2±3,4*	157,4±3,3*	158,2±4,0*	125,1±3,0*	114,3±2,5*
ДАД, мм рт. ст. M±m	ГП (м)	69,2±2,5	76,5±2,1*	77,2±2,3*	77,3±2,1*	74,3±2,2*	72,4±1,8*
	ГП (д)	66,7±4,2	63,6±5,0*	62,1±4,9*	60,0±4,9*	69,2±5,3*	67,6±4,7*
	Э (м)	70,2±1,5	74,2±1,5*	75,2±1,7*	75,2±1,6*	67,4±1,8*	69,2±1,8*
	Э (д)	64,5±2,5	62,8±3,6*	62,3±4,1*	73,4±3,9*	64,8±3,5*	66,1±2,5*
	ГР (м)	65,9±1,8	66,2±1,5*	67,2±1,7*	66,7±2,1*	69,1±1,8*	65,8±1,4*
	ГР (д)	63,9±3,5	59,8±4,5*	61,4±3,9*	59,9±5,1*	64,9±7,3*	62,8±3,6*
МО, л/мин M±m	ГП (м)	4,2±0,7	6,6±0,9*	7,7±0,8*	8,75±0,7*	5,65±0,6*	4,62±0,5*
	ГП (д)	3,8±0,6	7,3±0,8*	8,2±0,8*	9,2±1,3*	5,1±0,4*	4,2±0,4*
	Э (м)	5,5±0,6	7,8±0,9*	8,7±0,8*	10,2±1,8*	6,5±0,8*	5,3±0,5*
	Э (д)	4,8±0,6	8,6±0,5*	8,7±0,9*	8,9±0,7*	6,7±0,8*	5,1±0,4*
	ГР (м)	7,2±0,7	10,4±0,7*	12,1±1,3*	13,1±1,4*	8,7±1,2*	7,1±0,5*
	ГР (д)	6,2±0,3	9,7±0,8*	11,2±0,8*	12,1±0,9*	7,8±0,7*	6,7±0,8*
СИ, л/мин/м <sup>2</sup> M±m	ГП (м)	2,4±0,3	4,8±0,5*	4,9±0,6*	6,8±0,4*	3,4±0,5*	2,8±0,4*
	ГП (д)	2,5±1,0	4,5±0,3*	5,3±0,4*	6,8±0,5*	3,4±0,6*	2,6±0,4*
	Э (м)	3,4±0,3	5,3±0,7*	7,0±0,7*	8,0±0,9*	4,4±0,5*	3,5±0,4*
	Э (д)	3,4±0,3	5,6±0,4*	6,0±0,3*	7,2±0,4*	4,5±0,6*	3,2±0,4*
	ГР(м)	4,3±0,3	8,0±0,4*	9,1±0,5*	10,3±0,6*	5,0±0,5*	4,1±0,2*
	ГР (д)	3,9±0,5	8,2±0,8*	8,6±0,7*	9,5±0,8*	5,2±0,7*	4,2±0,3*

Примечание: м – мальчики, д – девочки; ТГД – тип гемодинамического реагирования; ГП - гипокINETический тип гемодинамического реагирования; Э - эукинетический тип гемодинамического реагирования; ГР – гиперкинетический тип гемодинамического реагирования; все показатели \* – P<0,05.



личными типами гемодинамики. Эти изменения у мальчиков носили более выраженный характер, как в группах ГР, Э, так и в группе ГП. Соответственно, САД, по сравнению с состоянием покоя, повышалось при нагрузке, у мальчиков группы ГП с  $117,5 \pm 2,8$  мм рт. ст. до  $165,3 \pm 3,3$  мм рт. ст., у мальчиков группы Э, с  $118,7 \pm 2,4$  мм рт. ст. до  $158,1 \pm 3,4$  мм рт. ст., у мальчиков группы ГР, с  $127,8 \pm 1,5$  мм рт. ст. до  $159,6 \pm 3,1$  мм рт. ст. к концу первой минуты нагрузки и продолжало увеличиваться до максимальных цифр к концу пятой минуты исследования. В группах девочек цифры САД также повышались с первой минуты нагрузки, но были ниже, по сравнению с цифрами САД у мальчиков; у девочек группы ГП регистрировалось повышение САД с  $111,3 \pm 3,6$  мм рт. ст. в покое до  $144,7 \pm 4,1$  мм рт. ст. на первой минуте нагрузки, у девочек группы Э – с  $114,2 \pm 2,1$  мм рт. ст. до  $139,5 \pm 4,1$  мм рт. ст. на первой минуте нагрузки; у девочек группы ГР – с  $116,4 \pm 2,7$  мм рт. ст. до  $138,2 \pm 3,4$  мм рт. ст. на первой минуте нагрузки. Достигнув максимума к третьей минуте нагрузки, цифры САД у девочек практически не изменялись до конца пробы (табл. 2). Высокие цифры СИ, при нагрузке, по сравнению с состоянием покоя, регистрировались у подростков группы ГР, имевших гиперкинетический тип гемодинамики; у мальчиков группы ГР – с  $4,3 \pm 0,3$  л/мин/м<sup>2</sup> в покое до  $8,0 \pm 0,4$  л/мин/м<sup>2</sup> на первой минуте нагрузки; у девочек группы ГР – с  $3,9 \pm 0,5$  л/мин/м<sup>2</sup> в покое до  $8,2 \pm 0,8$  л/мин/м<sup>2</sup> на первой минуте нагрузки; высокие цифры СИ сохранялись на высоких цифрах до конца нагрузки у подростков группы ГР (табл. 2). Подростки, имевшие эукинетический тип гемодинамики, также имели более высокие величины МО при дозированной физической нагрузке; у девочек группы Э превышение МО, по отношению к девочкам ГП, зарегистрировано на 26,8% ( $P < 0,05$ ); у мальчиков группы Э превышение МО регистрировалось на 38,1%, по отношению к мальчикам группы ГП ( $P < 0,05$ ) (табл. 2).

Высокие цифры СИ у детей с гиперкинетическим типом гемодинамики обеспечивают работу сердечной мышцы в наименее

экономичном режиме и компенсаторные возможности сердца ограничены.

### Заключение

1. Установлено, что важнейшим критерием ранней диагностики признаков дисфункции сердечно-сосудистой системы у детей и подростков групп IА и ПА, в отличие от их здоровых сверстников, являлись жалобы кардиального характера ( $P < 0,05$ ).

2. Установлено, что у детей и юных спортсменов, ранее часто болевших ОРИ, имевших признаки дисфункции сердечно-сосудистой системы, в отличие от их здоровых сверстников, превалировал гиперкинетический тип гемодинамического ответа на дозированную физическую нагрузку ( $P < 0,05$ ).

3. У детей и юных спортсменов, ранее часто болевших ОРИ, имевших признаки дисфункции сердечно-сосудистой системы, в отличие от их здоровых сверстников, были повышены показатели частоты сердечных сокращений ( $P < 0,05$ ), систолического артериального давления ( $P < 0,05$ ); отмечался значительный рост параметров ударного объема крови ( $P < 0,05$ ), минутного объема кровообращения ( $P < 0,05$ ).

4. Наличие гиперкинетического типа гемодинамики у спортсменов создает дополнительную нагрузку для сердечно-сосудистой системы; достижение высоких спортивных результатов у спортсменов с гиперкинетическим типом гемодинамики возможно за счет значительного напряжения адаптационных механизмов.

5. Детям, часто болевшим ОРИ, для диагностики гиперкинетического типа гемодинамического ответа на дозированную физическую нагрузку, при отборе в спортивные секции, необходимо включать методы исследования функционального состояния сердечно-сосудистой системы, с определением частоты сердечных сокращений, систолического артериального давления, расчетом сердечного индекса.

6. При отборе детей и подростков, ранее часто болевших ОРИ, в спорт необходимо учитывать наличие жалоб кардиального характера.

ра, особенности гемодинамического реагирования сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку и использовать индивидуальный подход к каждому ребенку.

### Литература

1. Ахметов, И.И. Использование ДНК-технологий для реализации концепции спортивно-ориентированного физического воспитания учащихся школ г. Набережные Челны / И.И. Ахметов, И.В. Астратенкова, А.И. Комкова, В.А. Рогозкин, В.К. Бальсевич. - М.: Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. - 2006. - №1. - С.5-8.
2. Баевский, Р.М. Актовая речь. Теоретические и прикладные аспекты оценки и прогнозирования функционального состояния организма при действии факторов длительного космического полета / Р.М. Баевский // Институт медико-биологических проблем РАН. - 2005. - С. 38-42.
3. Беляева, Л. М., Ростовцев, В. Н., Купцевич, Н. В., Король, С. М., Хрусталева, Е. К. Структурная модель прогнозирования ранних форм артериальной гипертензии у детей и подростков (клинико-генетическое исследование; 10-летний катамнез) / Л.М. Беляева, В. Н. Ростовцев, Н. В. Купцевич, С. М. Король, Е. К. Хрусталева. -М.: БелМАПО. «Медицинская панорама». - № 1. - 2003. - С. 12-15.
4. Вахитов, Х.М. Повторные острые респираторные заболевания как фактор риска развития дислипидемий у детей/ Х.М. Вахитов, О.И. Пикуза. - М.: Педиатрия. -№ 5. -2004. -С. 35-37.
5. Вельтищев, Ю.Е. Экологически детерминированная патология детского возраста / Ю.Е. Вельтищев. - М.: Рос.вестн. перинатологии и педиатрии.-1996.- № 2.- С. 5 – 12.
6. Воробьева, В. Н., Воробьев, Р. И. Роль свободнорадикального окисления в патогенезе болезней системы кровообращения // Бюллетень СО РАМН. - 2005.- №4(118) - С. 24-32.
7. Дегтярева, Е.А. Подходы к прогнозированию стрессорной кардиомиопатии у юных спортсменов олимпийского резерва и обоснование методов профилактики / Е.А. Дегтярева [и др.] // Междунар. мед. журнал. - 2002. - № 6. - С. 521-526.
8. Дубровский, В.И. Валеология. Здоровый образ жизни / В.И. Дубровский. - RETORIKA-A. - 2001. - 560 с.
9. Lerou, P. H. Low respiratory tract infections in children/ P. H. Lerou. - М.: Current Opinion in Pediatrics. - 2001. - Vol. 13. - P. 200-206.
10. Martin, G. M. Genetic engineering of mice to test the oxidative damage theory of aging / G. M. Martin. - М.: Ann. N.Y. Acad. Sci. 2005. -Vol. 1055. - P. 26-34.
11. Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, D. et al. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease / M. Valko, D. Leibfritz, D. Moncol et al. - М.: Int. J. Biochemist. Cell. Biol. 2007. - Vol. 39. - P. 44-84.

Поступила 12.10.2011 г.  
Принята в печать 02.12.2011 г.